

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-268105

(P2002-268105A)

(43) 公開日 平成14年9月18日 (2002.9.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード* (参考)
G 0 2 F 1/365		G 0 2 F 1/365	2 H 0 4 7
G 0 2 B 6/12		1/01	C 2 H 0 7 9
	6/293	G 0 2 B 6/28	C 2 K 0 0 2
G 0 2 F 1/01		6/12	H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-400438(P2001-400438)

(22) 出願日 平成13年12月28日 (2001.12.28)

(31) 優先権主張番号 09/752634

(32) 優先日 平成12年12月29日 (2000.12.29)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド

Lucent Technologies  
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(74) 代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文

最終頁に続く

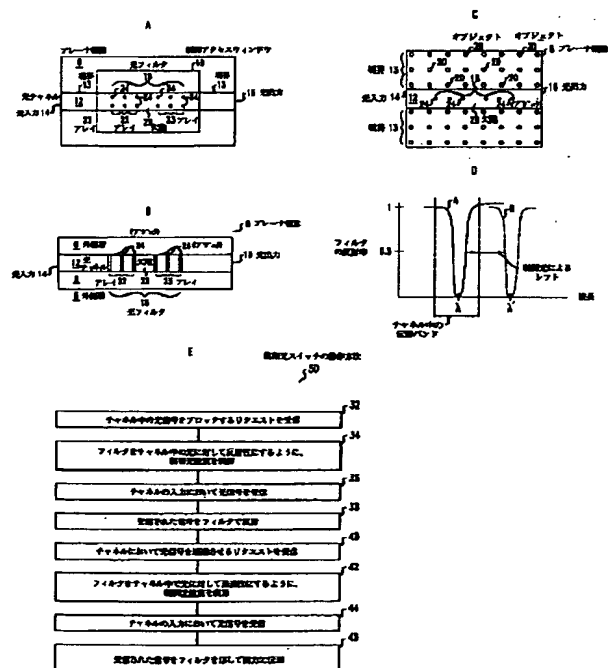
(54) 【発明の名称】 集積光スイッチングデバイスおよび光をスイッチングする方法

(57) 【要約】

非線形光媒体を使用する改良された光デバイスを提供すること。

【課題】

【解決手段】 光デバイスは、光信号のスイッチングまたはリダイレクティングのような光ルーティング機能を提供する。この装置は、比較的小さい制御ウィンドウによりプレーナ構造の上表面を通して、基板中に形成された光チャネルの1個以上の予め選択された領域に結合する1つ以上の制御光ビームを使用する。制御ウィンドウにおける制御光ビームの存在は、チャネルの一部の非線形光媒体の屈折率を増大させる。このチャネルの部分は、前記チャネルの部分に与えられる制御光ビームの強度に応答して、チャネル中を伝播する光信号を反射または透過させるためのオン/オフフィルタとして機能する構造を含む。いくつかの実施形態において、光チャネルは、2D P B G構造をインターラプトし、これは、光チャネルに対する境界として機能する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非線形光媒体および上表面を有するプレーナ基板と、  
前記基板中に配置され、中心領域および前記中心領域へ光を伝播させるように構成された 1 つ以上の境界を有する導波路と、  
前記導波路中に配置され、前記上表面を通して前記フィルタへ伝達される制御光の強度にตอบสนองする光に対するスペクトル透過性を有する光フィルタとを有することを特徴とする集積光スイッチングデバイス。

【請求項 2】 前記基板中に配置され、その中に前記上表面が制御光を導入することができ、前記第 1 の導波路に光的に接続された第 2 の導波路と、  
前記第 2 の導波路中に配置され、別の導波路中の制御光の強度にตอบสนองする媒体中を伝播する光に対するスペクトル透過性を有する第 2 のフィルタとをさらに有することを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 のフィルタは、前記制御光の強度に異なるようにตอบสนองする透過性を有することを特徴とする請求項 2 記載のデバイス。

【請求項 4】 光を導波路を通して伝達させるコマンドにตอบสนองして、導波路の領域中に第 1 の強度の制御光を導入するステップと、  
入力光を前記導波路を通して伝達させないコマンドにตอบสนองして、前記領域中に第 2 の強度の制御光を導入するステップと、  
第 1 および第 2 の強度の制御光を伝達させる動作を実行する一方で、入力光を伝達させるステップとを有し、  
前記領域は、その中の光強度にตอบสนองするスペクトル透過性を有することを特徴とする光をスイッチングする方法。

【請求項 5】 前記導入するステップおよび光を伝達させるステップは、異なる波長の光を前記導波路に送ることを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】 前記導入するステップおよび前記伝達させるステップは、光を異なる光ウィンドウを通して前記導波路に送ることを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 7】 前記導入するステップのうちの 1 つが、前記導波路へ光を送り、前記送られる光は、前記送られる光を受信する導波路中のチャージキャリア密度を増大させるのに十分に短い波長を有することを特徴とする請求項 4 記載の方法。

【請求項 8】 基板と、  
前記基板中に配置され、非線形媒体、入力、第 1 および第 2 の出力、前記入力から前記第 1 または第 2 の出力に光を伝達させ、媒体に与えられるある強度の光制御信号にตอบสนองして、第 1 の出力から第 2 の出力へのある波長の光のルーティングを変化させる光カプラと、  
前記基板中に配置され、かつ前記入力に結合された第 1 の光導管と、

前記基板中に配置され、かつ前記第 1 の出力に結合された第 2 の光導管と、  
前記基板中に配置され、かつ前記第 2 の出力に結合された第 3 の光導管とを有することを特徴とする集積光デバイス。

【請求項 9】 前記カプラは、前記入力から前記第 1 の出力へ光を伝達することにより、制御光の 1 つの空間的分配にตอบสนองし、かつ前記入力から前記第 2 の出力へ光を伝達することにより、制御光の第 2 の空間的分配にตอบสนองすることを特徴とする請求項 8 記載のデバイス。

【請求項 10】 前記カプラは、非線形媒体の電子的バンドギャップより大きいエネルギーに対応する波長を有する制御光信号にตอบสนองして、前記第 1 の出力から前記第 2 の出力への光のルーティングを変化させることを特徴とする請求項 9 記載のデバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非線形光媒体を使用する光デバイスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光データ伝送および光レーザキャビティにおいて使用される光導波路において、光は、1 つの空間的方向に伝播する。これらの導波路は、光をダイレクト (direct) するために、比較的より高いおよびより低い屈折率を有する 2 つの媒体間の界面における全内部反射 (total internal reflection) を使用する。全内部反射は、より高い屈折率を有する媒体中に光を伝播させる。

【0003】周期的誘電体構造が、光伝播をダイレクトするために使用され得る。周期的誘電体構造において、光伝播は、クリスタル中の電子伝播に似ている。光の波長が、格子 (lattice) の寸法のオーダーである場合、フォトリックバンドギャップ (PBG) ができる。PBG は、光子が、周期的誘電体構造をとって伝播することができない波長範囲である。入射光の波長が、PBG 中にある場合、入射光は、その構造を通して伝達するのではなく、周期的誘電体構造で反射される (reflected off)。その格子長が、近赤外 (near infrared) または可視光の波長のオーダーである周期誘電体構造は、しばしば PBG 構造と呼ばれる。PBG における波長を有する光は、PBG 構造中の狭いチャネルを伝播することができる。

【0004】光キャビティを形成するために PBG 構造を使用する提案が存在する。O. Painter 等による論文 “Two-Dimensional Photonic Band-Gap Defect Mode Laser”、1999 年 6 月 11 日発行のサイエンス (p. 18 以下) は、二次元 (2D) の 2D PBG 構造におけるレーザキャビティの形成を示す。レーザキャビティは、III-V 族結晶半導体において製造され、レーザキャビティを形成するために、2D PBG 構造中の

チャンネルおよび欠陥 (defect) を使用する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の目的は、非線形光媒体を使用する改良された光デバイスを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の一側面は、一次元 (1D) 光導波路をその中に有するプレーナ導波路 (planar waveguide) を含む集積光スイッチ (integrated optical switch) に関する。1D 導波路は、フィルタを形成する特定相互作用領域 (specific interaction region) を有する。フィルタは、少なくとも一部において、非線形光媒体からなり、外部から導入される制御光により制御可能である。制御光の強度を変化させることで、フィルタが第 1 状態と第 2 状態との間で変化するように、非線形媒体の屈折率を変化させることにより光スイッチングを生じる。フィルタは、第 1 の状態において、1D 導波路中を伝播する光を透過させ、第 2 の状態において 1D 導波路中を伝播する光を反射する。

【0007】いくつかの実施形態において、1D 導波路は、PBG 構造およびその中のチャンネルから形成される。PBG 構造は、その中で選択された波長範囲の光が伝播する 1D 導波路としてチャンネルを機能させる。チャンネルは、非線形光媒体から形成され、欠陥を有する孔 (holes) の周期的配列から形成された共振キャビティを含む。キャビティ中の媒体の屈折率を変化させ、そして、キャビティの共振周波数を変化させる制御光ビームを与えることから、スイッチングが生じる。

【0008】例示的なスイッチは、III-V 族半導体、例えばガリウム (Ga)、砒素 (As)、インジウム (In)、およびリン (P) のグループからの元素を含む半導体における PBG 構造およびこれらの半導体中にキャリア密度を生じる制御光の波長を使用する。キャリア密度の存在は、媒体の屈折率およびその中の光キャビティの共振周波数を大きく変化させる。これらの例示的なスイッチは、約 0.9 ないし 1.65  $\mu\text{m}$  の波長の光をスイッチすることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】図 1A および 1B は、集積型 1x1 光スイッチを形成するプレーナ構造 8 のそれぞれ上面図および側面図を示す。プレーナ構造 8 において、伝播光は、上側および下側の外側層 6 での全内部反射 (total internal reflection) により中心層に閉じこめられる。プレーナ構造 8 は、非線形光媒体、例えば、Ga、As、In および P からなるグループからの元素を含む半導体または別の III-V 族半導体からなる 1D 光チャンネル 12 を含む。チャンネル 12 および境界 (boundaries) 13 は、光入力 14 から光出力 16 へ光を導く 1D 光導波路を形成する。

【0010】チャンネル 12 は、選択された波長範囲にあ

るチャンネル光を透過させ、他の波長範囲にあるチャンネル光を反射させる光フィルタ 18 を含む。フィルタ 18 の波長選択性は、制御アクセスウィンドウ 19 を通してフィルタ 18 に導入される制御光により制御可能である。制御アクセスウィンドウ 19 は、プレーナ構造 8 の上表面上にある。チャンネル 12 は、光スイッチとしてのフィルタ 18 中の制御光の強度の変化に応答する。

【0011】1D 光導波路は、チャンネル 12 中の伝播媒体、およびチャンネル 12 の媒体中を伝播するように光を横方向に閉じこめる境界 13 を含む。一実施形態において、チャンネル 12 は、III-V 族半導体で形成され、横方向境界 13 は、1 つ以上の誘電体層で形成される。誘電体層は、チャンネル 12 の半導体よりも低い屈折率を有する。これにより、横方向層は、全内部反射により、チャンネル 12 に沿って伝播するように光を閉じこめる。いくつかの実施形態において、チャンネル 12 は、入力 14 からの距離で変化する横方向幅を有する。

【0012】図 1C は、図 1A-1B の構造 8 の一実施形態を示し、チャンネル 12 は、III-V 族半導体媒体であり、横方向境界 13 は、同じ半導体媒体中に配置された同一散乱オブジェクト 20 の周期的アレイである。境界 13 は、チャンネル 12 によりインターラプトされた PBG 構造を形成し、即ち、チャンネル 12 にはオブジェクト 20 がない。オブジェクト 20 は、半導体媒体と異なる屈折率を有する。例示的なオブジェクト 20 は、プレーナ構造 8 を横切る円筒孔を含み、プレーナ構造 8 中の含有物を含む。

【0013】PBG 構造は、オブジェクト 20 のアレイからのコヒーレント回折 (diffraction) によりチャンネル 12 中を伝播するように光を横方向に閉じこめる。また、PBG 構造は、チャンネル 12 中の光伝播を、選択された波長範囲に制限する。他の波長範囲中の光は、チャンネル 12 中に入るのではなく、プレーナ構造 8 の側面で反射する。

【0014】図 1A-1C において、フィルタ 18 は、規則的に間隔をおかれた同一のオブジェクト 24 のアレイおよびアレイ中の欠陥 26 を含む。オブジェクト 24 は、周りの媒体の屈折率と異なる屈折率を有し、これにより、チャンネル 12 中を伝播する光を散乱させる。例示的なオブジェクト 24 は、プレーナ構造 8 を横切る含有物または孔を含む。例示的な欠陥 26 は、チャンネル 12 中の 2 個のシーケンシャルに隣接するオブジェクト 24 間の間隔が、フィルタ 18 の他のシーケンシャルに隣接するオブジェクト 24 間の間隔より大きいまたは小さいことである。別の例示的な欠陥 26 は、1 つのオブジェクト 24 が、フィルタ 18 の他のオブジェクト 24 よりも大きいまたは小さいことである。

【0015】欠陥 26 は、オブジェクト 24 のアレイを、チャンネル 12 中でシーケンシャルに隣接する 2 個のより小さいアレイ 22、23 に分離する。アレイ 22、

23間の例示的な分離は、チャンネル12中を伝播する光の波長の約 $1/4$ から2倍である。欠陥26およびより小さいアレイ22, 23は共に、チャンネル12中の光伝播のための共振光キャビティのように機能する。より小さいアレイ22, 23は、共振キャビティのための分布型反射器(distributed reflectors)である。共振キャビティは、狭い範囲の光の波長が伝達することを許容し、これにより、バンドパスフィルタ18として機能する。

【0016】図1Dは、図1A-1Cに示されたフィルタ18のスペクトル反射率(または透過率)がどのように、フィルタ18中に導入される制御光強度に依存するかを示す。反射率は、フィルタ18が、その屈折率がその中の光強度に依存する非線形光媒体中に形成されるので、制御光強度に依存する。

【0017】図1Dは、フィルタ18のパスバンドに対して、制御光強度AおよびBは、それぞれ中心波長 $\lambda$ および $\lambda'$ を生成する。強度Aの制御光は、フィルタ18を、チャンネル12中を伝播する波長を透過させる状態にする。強度Bの制御光は、元の波長 $\lambda$ の光が、フィルタのパスバンドの外になるように、フィルタの中心波長をシフトする。これにより、強度Bの制御光は、フィルタ18を、チャンネル12中を伝播する光を反射する状態にする。

【0018】フィルタ18の中心波長に対するシフトのサイズ、即ち、 $|\lambda - \lambda'|$ は、非線形光媒体、制御光の波長、および制御光に対する強度変化に依存する。半導体媒体に対して、バンドギャップを超えるエネルギーに対応する波長は電子および正孔キャリア密度を生じ、これにより、そのような媒体中に構成されたフィルタの屈折率および中心波長に比較的大きなシフトを生じる。

【0019】それにも関わらず、光応答性I-I-V族半導体に対しても、制御光の強度の緩やかな変化は、屈折率に対して約1%のみのシフトを生じ、そのような媒体中に構成されたフィルタの中心波長に対して同等のシフトを生じる。屈折率の1%のシフトに対して、反射率は、フィルタ18のシフトされたパスバンドおよびシフトされていないパスバンドが大幅にオーバーラップしない場合、約100以上のQを必要とする。ここで、Qは、反射率曲線の半値幅の逆数である。

【0020】Ga, As, InおよびPからなる半導体媒体において1%の屈折率シフトを生じさせるために、制御光は、そのエネルギーが、Ga, As, InおよびPによる半導体の電子的バンドギャップの波長に近い波長を有するように選ばれる。例えば、そのエネルギーは、電子的バンドギャップのエネルギー+約0.1および0.5エレクトロンボルト(eV)に等しい。この波長の選択は、薄いチャンネル12、即ちその厚さが約0.3ないし1.5ミクロンのチャンネルの内部における制御光のほとんどの吸収を可能にする。そのようなチャンネルは、約

1.55ミクロンの波長、即ち電子的バンドギャップより僅かに低いエネルギーに対応する波長をスイッチする構造8における使用に適合されている。

【0021】光スイッチを生成するための図1A-1Cのフィルタ18に対して、制御光により生じさせられる屈折率の変化は、チャンネル12中の光伝播の反射状態および透過状態間で、フィルタ18をスイッチすることになる。約1%の利用可能な中心波長シフトに対して、フィルタ18に対するそのような状態変化は、通常、フィルタ18が高いQを有することを必要とする。フィルタ18は、アレイ22, 23の両方が、チャンネル12に沿ってシリアルに間隔をおかれた3-5またはそれ以上のオブジェクト24を有する場合、およびアレイ22, 23中のシリアルに隣接するオブジェクト間の間隔が、フィルタの中心波長の約 $1/4$ ないし2倍である場合、高いQを有し得る。

【0022】図1Eは、図1A-1Cの集積光スイッチの動作方法30を示すフローチャートである。最初の時点において、スイッチのチャンネル12を通る光透過をブロックするためのリクエストが、スイッチコントローラにより受信される(ステップ32)。このリクエストにตอบสนองして、コントローラは、フィルタ18中の制御光強度を調節し、フィルタ18にチャンネル12中を伝播する光を反射させる(ステップ34)。制御光は、プレーナ構造8の透明な制御アクセスウィンドウ19を通してフィルタ18に導入される。

【0023】制御光強度にตอบสนองして、フィルタ18が、上述した反射状態になるように、フィルタのスペクトル応答がシフトする。同じ制御光強度を維持する間に、入力光信号が、チャンネル12の光入力14において受信される(ステップ36)。制御光にตอบสนองして、フィルタ18は、入力光信号を入力14に向かって反射して戻す(ステップ38)。後の時点において、チャンネル12を通る光伝達を透過させるための新しいリクエストが、コントローラにより受信される(ステップ40)。

【0024】新しいリクエストにตอบสนองして、コントローラは、チャンネル12中を伝播する光をフィルタ18に透過させる新しい値に、制御光強度を再調節する(ステップ42)。制御光の強度を維持している間に、入力光信号が、チャンネル12の光入力14において受信される(ステップ44)。新しい制御光強度にตอบสนองして、チャンネル12は、フィルタ18を通してチャンネル12の出力16へ入力光信号を伝達させる(ステップ46)。

【0025】図1A-1Cの光的に制御可能なフィルタ18およびチャンネル12は、より複雑な光スイッチを形成するために使用され得る。

【0026】図2は、単一の入力光チャンネル52および一対の出力光チャンネル54, 56を含む $1 \times 2$ 光スイッチ50を示す。例示的なチャンネル52, 54, 56は、図示しない2D PBG構造中にある。2D PBG構

造は、それ自体、図1A-1Cの構造8に似たプレーナ構造58中に配置される。PBG構造は、その屈折率が、プレーナ構造の非線形光媒体の屈折率と異なる同一のオブジェクトの2D周期的アレイを含む。例えば、複数のオブジェクトは、プレーナ構造58を通しての複数の孔であり得る。

【0027】チャンネル52、54、56は、PBG構造の2Dアレイをインターラプトする。PBG構造は、入力51において受信される光をコヒーレントに回折し、これにより、入力光の波長の範囲を、チャンネル52、54、56に沿って伝播させる。光は、入力チャンネル52を伝播し、その後、出力チャンネル54および56に沿って伝播するように振幅分割する。プレーナ構造58は、全内部反射により、構造の面に垂直な方向に光伝播を制限する。

【0028】1×2スイッチは、出力チャンネル54、56の両方の特定の領域中に、オブジェクトのアレイ64、66を含む。アレイ64、66は、図1A-1Cに示されたオブジェクトのアレイ24に似た共振光キャビティとして機能する。アレイ64、66は、チャンネル54および56に関連する光伝播に対する光的に制御可能な透過性を有する光フィルタとして機能する。アレイ64、66は、プレーナ構造58の上表面中の透明な制御アクセスウィンドウ67、68によりアレイ64、66に導入される制御光ビームの強度により独立に制御される。制御光ビームの強度は、アレイ64、66を透過状態および反射状態の間でスイッチし、入力光を出力チャンネル54、56に選択的にスイッチする。

【0029】特に、媒体のバンドギャップより僅かに長い（例えば、Ga, As, InおよびPで形成されたいくつかの結晶半導体に対して1.2-1.3μm）における選択された制御光強度をウィンドウ67に導入することは、アレイ64中の屈折率を変化させる。新しい屈折率は、アレイ64を、入力チャンネル52から受信された光をチャンネル52、56に反射させ、チャンネル54に光が伝播することを停止させる。いくつかの実施形態は、1つ以上の光散乱オブジェクト59、例えば孔を、チャンネル54と56との間の交差点近くに配置し、出力チャンネル56において終了する反射光のパワーセンテージを増大させる。

【0030】制御光は、ウィンドウ68に導入され、入力チャンネル52から受信される光に対して、アレイ66を反射性にさせることができる。そして、光は、チャンネル56中を伝播するのではなく、アレイ66によりチャンネル52、54に反射される。

【0031】図3は、1×N光スイッチとして機能するプレーナ構造70の上面図である。構造70は、1つの入力光チャンネル72およびN個の出力光チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>を含む。各出力光チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>は、独立の制御光ビームにより制御可能でありかつ図1A-

1Cのフィルタ18に類似するフィルタ76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>を含む。個々の制御光ビームの強度は、関連するフィルタ76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>が、関連するチャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>中の光に対して透過性または反射性であるかを決定し、これにより、スイッチを通る入力チャンネル72からの光信号のルーティングを制御する。

【0032】例示的なスイッチは、埋込型2D PBG構造を備えたプレーナ構造70である。プレーナ導波路を横切るPBG構造の光散乱オブジェクト、例えば孔は、チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>にはない。

【0033】各フィルタ76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>は、図1A-1Cのフィルタ18において使用されるアレイに似たオブジェクトのアレイから形成され得る。したがって、個々のフィルタ76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>に関連する制御光ビームの存在および/または不存在は、出力チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>を通る入力光の伝播を制御することになる。例えば、全ての制御光ビームが「オフ」であるとき、各チャンネルのフィルタ74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>は、本質的に同じ伝播特性を示し、入力光は、各出力チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>に伝播することになる。

【0034】代替的に、N-1個の制御光ビームがアクティブ化される場合、この制御光ビームに関連づけられたN-1個の出力チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>は、入力光に対して反射性になる。そして、これらのチャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N</sub>は、入力光チャンネル72および残りの出力光チャンネルに沿って入力光を反射して戻す。これにより、この構成に対して、1つのみの出力チャンネルが、それを通して入力光信号が伝播することを許容する。

【0035】構造70の他の実施形態において、図示しない追加的な光フィルタが、他の出力チャンネル74<sub>1</sub> - 74<sub>N-1</sub>との交差点間の出力チャンネル74<sub>N</sub>上の場所に沿って配置される。追加的なフィルタは、図1A-1Cのフィルタ18と同様のものであり、更なるルーティング制御を提供するために別個の制御光ビームにより動作される。

【0036】上述したスイッチにおいて、スイッチングスピードは、ターンオン時間およびターンオフ時間の和である。スイッチング時間は、バルク媒体の特性、例えばIII-V族半導体の特性および制御可能な光フィルタ18、64、66、76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>に使用されるオブジェクトのアレイ24および欠陥26の形の両方に依存する。特に、制御光ビームにより誘導される電子および成功のキャリア密度は、制御可能な光フィルタ18、64、66、76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub>における屈折率を決める。

【0037】これにより、ターンオン時間は、必要とされるキャリア密度を生じる制御光パルスを生成するために必要とされる時間によってのみ制限される。他方において、ターンオフ時間は、同じ電子および成功キャリアを再結合するために必要とされる時間により制限される。キャリア再結合レートは、バルク媒体の固有な特性

および表面処理の両方に依存する。再結合レートへの表面寄与 (surface contributions) は、表面積および制御可能なフィルタ 18, 64, 66, 76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub> を形成するオブジェクト 24 の表面に対する表面特性の両方に依存する。

【0038】フィルタ 18, 64, 66, 76<sub>1</sub> - 76<sub>N</sub> 中のオブジェクト 24 の数が大きくなると、再結合に対する実際の表面寄与が大きくなり、ターンオフ時間が短くなる。それに関わらず、ターンオフ時間を短くすると、スイッチを同じ状態に維持するために光制御ビームにより供給されなければならないパワーの比例的増大を生じる。これにより、スイッチングスピードは、スイッチを特定の構成に維持するために利用可能なパワーバジェット (power budget) により制限されることになる。

【0039】図 1A-1C、2 および 3 に示された光スイッチの様々な実施形態は、集積光増幅器を含む。この増幅器は、チャージキャリアを注入した半導体媒体を通る信号伝播により引き起こされる信号減衰を相殺する利得を提供する。例示的な増幅器は、出力チャンネルの半導体媒体を跨って配置された電気コンタクトおよびこれらのコンタクトに接続された電源を含む。電源は、出力チャンネル中のキャリア密度をポンプし、ポンプされたキャリア密度は、誘導放出 (stimulated emission) により出力信号を増幅する。減衰を相殺するためのそのような増幅器の使用は、当業者に知られている。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、非線形光媒体を使用する改良された光デバイスを提供することができる。

【0041】特許請求の範囲の発明の要件の後に括弧で記載した番号がある場合は、本発明の一実施例の対応関係を示すものであって、本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

【図面の簡単な説明】

\* 【図 1】 A 集積光スイッチの上面図

B 集積光スイッチの側面図

C PBC 構造に基づく図 1A-1B のスイッチの一実施形態を示す図

D 図 1A-1C のスイッチにおいて使用されるフィルタの反射率はどのように制御光ビームの強度に依存するかを示す図

E 図 1A-1C の集積光スイッチの動作方法を示すフローチャート

10 【図 2】 1×2 光スイッチの一実施形態の上面図

【図 3】 1×N 光制御可能カプラの一実施形態を示す上面図

【符号の説明】

6 外側層

8 プレーナ構造

12 光チャンネル

13 境界

14 光入力

16 光出力

20 18 光フィルタ

19 制御アクセスウィンドウ

20, 24 オブジェクト

22, 23 アレイ

26 欠陥

51 入力

52 入力光チャンネル

54, 56 出力光チャンネル

58 プレーナ構造

59 オブジェクト

30 64, 66 アレイ

67, 68 制御アクセスウィンドウ

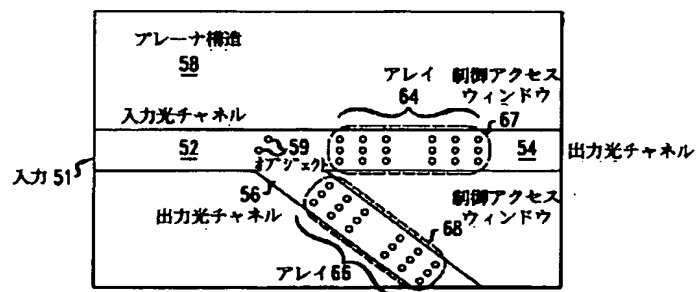
70 プレーナ構造

72 入力光チャンネル

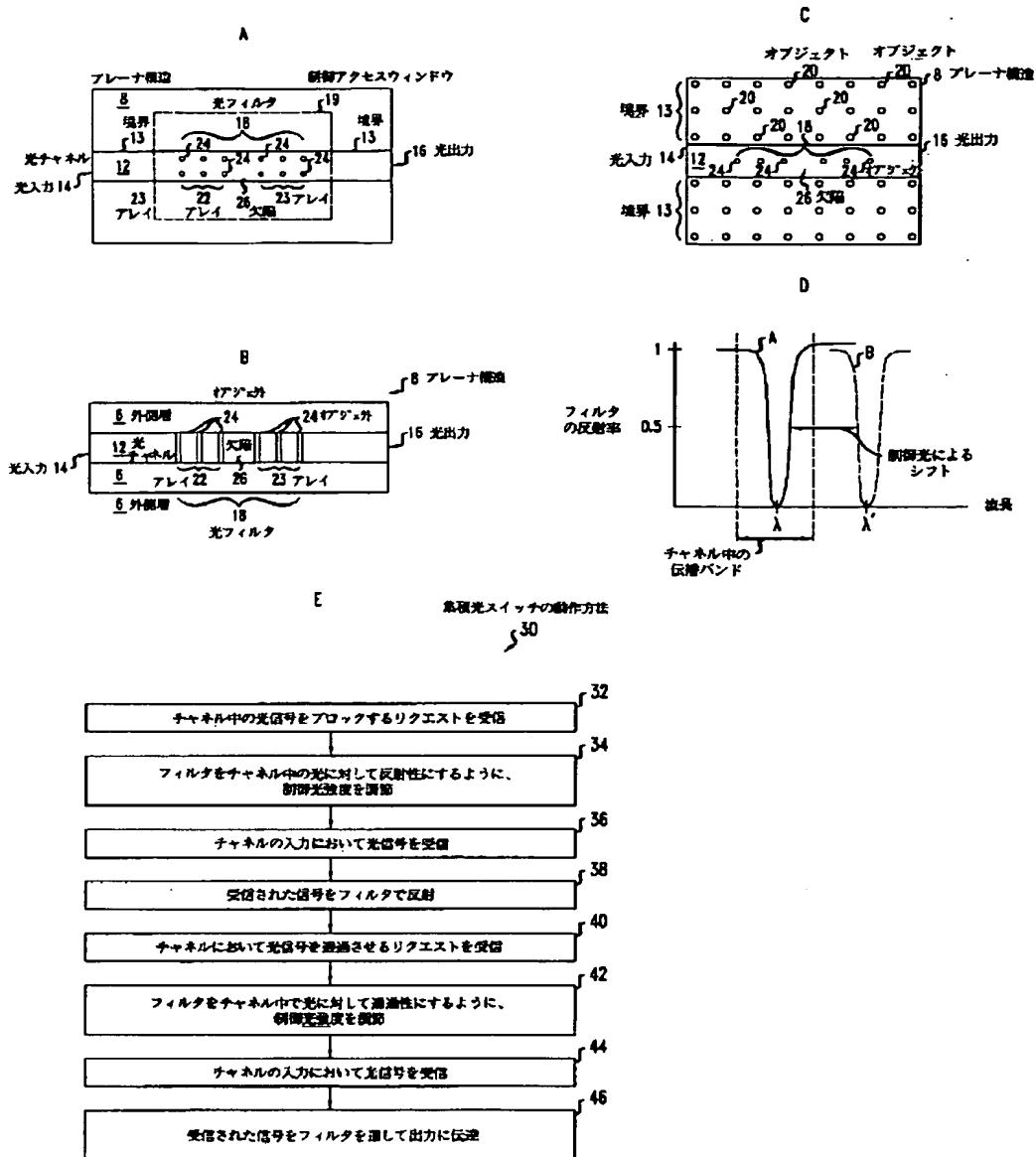
74 出力光チャンネル

\* 76 フィルタ

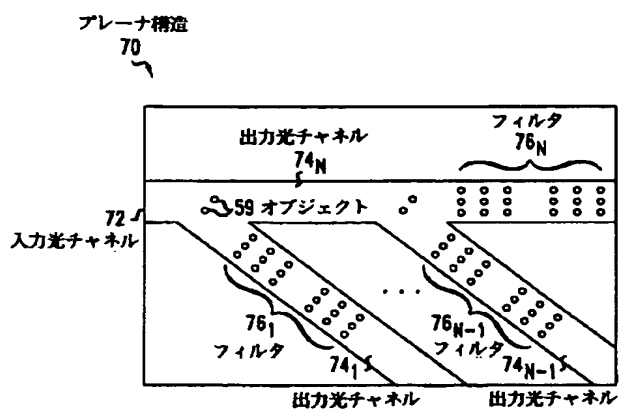
【図 2】



【図 1】



【図3】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259  
 600 Mountain Avenue,  
 Murray Hill, New Je  
 rsey 07974-0636 U. S. A.  
 (72)発明者 フィリップ モス プラッツマン  
 アメリカ合衆国、07078 ニュージャージ  
 ー州、ショート ヒルズ、アディソン ド  
 ライブ 80

(72)発明者 ロバート ウェイバリー ゼウナー  
 アメリカ合衆国、02139 マサチューセッ  
 ツ州、ケンブリッジ、パイン ストリート  
 1、61  
 Fターム(参考) 2H047 KA03 LA12 QA02 RA08  
 2H079 AA08 AA12 AA14 BA01 CA05  
 CA07 DA16 EA05 EA07 KA08  
 2K002 AB04 AB05 AB34 BA01 CA13  
 DA08 EA07 EA16 HA16



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成17年6月23日(2005.6.23)

【公開番号】特開2002-268105(P2002-268105A)

【公開日】平成14年9月18日(2002.9.18)

【出願番号】特願2001-400438(P2001-400438)

【国際特許分類第7版】

G 0 2 F 1/365

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/293

G 0 2 F 1/01

【F I】

G 0 2 F 1/365

G 0 2 F 1/01 C

G 0 2 B 6/28 C

G 0 2 B 6/12 H

【手続補正書】

【提出日】平成16年10月5日(2004.10.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

集積光スイッチングデバイスであって、  
非線形光媒体及び上表面を有するプレーナ基板、  
該基板中に配置された1次元入力導波路、  
該基板中に配置された第1の1次元出力導波路であって、第1の中心チャネル及び光が  
該第1の中心チャネルを伝搬させるように構成された境界を有する第1の1次元出力導波  
路、

該第1のチャネル中に配置された第1の共振光キャビティであって、該上表面を介して  
該第1の共振光キャビティに伝達された制御光の強度に応答する光スペクトル透過率を有  
する第1の共振光キャビティ、

該基板中に配置された第2の1次元出力導波路であって、第2の中心チャネル及び光が  
該第2の中心チャネルを伝搬させるように構成された境界を有する第2の1次元出力導波  
路、及び、

該第2のチャネル中に配置された第2の共振光キャビティであって、該基板の表面を介  
して該第2の共振光キャビティに伝達された制御光の強度に応答するスペクトル透過性を  
有する第2の共振光キャビティ、からなり、

両該出力導波路の入力端が該入力導波路の出力端に開口し、該共振光キャビティが該出  
力導波路の該入力端と該入力導波路の該出力端間の光終端結合を制御するデバイス。

【請求項2】

請求項1記載のデバイスであって、該第1の共振光キャビティがオブジェクトのアレイ  
からなることを特徴とするデバイス。

【請求項3】

請求項2記載のデバイスであって、該オブジェクトが孔であることを特徴とするデバイ  
ス。

## 【請求項 4】

請求項 2 記載のデバイスであって、該オブジェクトが該第 1 の出力導波路の非線形媒体の屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 の媒体の包含物であることを特徴とするデバイス。

## 【請求項 5】

請求項 1 記載のデバイスであって、該非線形媒体は第 III - V 族半導体からなることを特徴とするデバイス。

## 【請求項 6】

請求項 1 記載のデバイスであって、該第 1 及び第 2 の共振光キャビティが制御光の強度に応じて異なる透過率を有することを特徴とするデバイス。

## 【請求項 7】

光スイッチングの方法であって、

所定の強度の制御光をプレーナ導波路中の第 1 の 1 次元出力導波路の領域に導入して該第 1 の 1 次元出力導波路のチャンネルの透過率を変化させるステップであって、該領域が光強度に応答するスペクトル透過率を有するステップ、

所定の強度の制御光をプレーナ導波路中の第 2 の 1 次元出力導波路の領域に導入して該第 2 の 1 次元出力導波路のチャンネルの透過率を変化させるステップであって、該領域が光強度に応答するスペクトル透過率を有するステップ、及び、

入力光を該プレーナ導波路において 1 次元入力導波路に伝達するステップであって、該 1 次元入力導波路のチャンネルが該第 1 及び第 2 の 1 次元出力導波路の終端に対して開放している第 1 の終端を有するステップ、からなる方法。

## 【請求項 8】

請求項 7 記載の方法であって、該第 1 及び第 2 の導入するステップが該プレーナ導波路の側表面において異なる光窓を介して光をそれぞれ該第 1 及び第 2 の 1 次元出力導波路に送ることを特徴とする方法。

## 【請求項 9】

請求項 7 記載の方法であって、前記導入するステップのうちの 1 つが、前記導波路へ光を送り、前記送られる光は、前記送られる光を受信する導波路中のチャージキャリア密度を増加するのに十分に短い波長を有することを特徴とする方法。

## 【請求項 10】

請求項 7 記載の方法であって、該領域が予め選択された周波数帯において共振光キャビティを形成することを特徴とする方法。



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The accumulation light switching device characterized by to have the optical filter which has the spectrum permeability over the light which answers the control luminous intensity which is arranged in the planar substrate which has a nonlinear light medium and an upper front face, and said substrate, is arranged in the waveguide which has one or more boundaries constituted so that light might be made to spread to a central field and said central field, and said waveguide, and is transmitted to said filter through said upper front face.

[Claim 2] The device according to claim 1 characterized by having further the 2nd filter which has the spectrum permeability over the light which spreads the inside of the medium which is arranged in said substrate, said upper front face can introduce control light into it, is arranged in the 2nd waveguide connected to said 1st waveguide in light, and said 2nd waveguide, and answers the control luminous intensity in another waveguide.

[Claim 3] Said 1st and 2nd filters are devices according to claim 2 characterized by having the permeability which answers so that it may differ in said control luminous intensity.

[Claim 4] The step which answers the command to which light is made to transmit through waveguide, and introduces the control light of the 1st reinforcement all over the field of waveguide, While performing actuation to which the control light of the 1st and 2nd reinforcement is made to deliver it the step which answers the command to which input light is not made to transmit through said waveguide, and introduces the control light of the 2nd reinforcement all over said field It is the approach of having the step to which input light is made to transmit, and switching the light characterized by said field having the spectrum permeability which answers the optical reinforcement in it.

[Claim 5] The step to which said step and light to introduce are made to transmit is an approach according to claim 4 characterized by sending the light of different wavelength to said waveguide.

[Claim 6] Said step to introduce and said step made to transmit are an approach according to claim 4 characterized by sending light to said waveguide through a different optical window.

[Claim 7] It is the approach according to claim 4 characterized by having wavelength short enough one of said steps to introduce increasing the charge carrier consistency in the waveguide to which delivery and said light sent receive said light sent for light to said waveguide.

[Claim 8] It is arranged in a substrate and said substrate, make light transmit to said 1st or 2nd output from a nonlinear medium, an input, the 1st and 2nd outputs, and said input, and the optical control signal of a certain reinforcement given to a medium is answered. The optical coupler to which routing of the light of the existing wavelength to the 2nd output from the 1st output is changed, The accumulation light device characterized by having the 3rd photoconductive tubing which has been arranged in the 2nd photoconductive tubing which has been arranged in the 1st photoconductive tubing which has been arranged in said substrate and combined with said input, and said substrate, and was combined with said 1st output, and said substrate, and was combined with said 2nd output.

[Claim 9] Said coupler is a device according to claim 8 characterized by answering the 2nd spatial distribution of control light by transmitting light to said 1st output from said input by answering one spatial distribution of control light, and transmitting light to said 2nd output from said input.

[Claim 10] Said coupler is a device according to claim 9 characterized by answering the control lightwave signal which has the wavelength corresponding to larger energy than the electronic band gap of a nonlinear medium, and changing routing of the light to said 2nd output from said 1st output.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical device which uses a nonlinear light medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the optical waveguide used in optical data transmission and an optical laser cavity, light is spread in the one spatial direction. Such waveguides use all the internal reflection (total internal reflection) in the interface between two comparatively more high media which reach and have a lower refractive index, in order to carry out direct [ of the light ] (direct). All internal reflection makes light spread in the medium which has a higher refractive index.

[0003] Periodic dielectric structure may be used in order to carry out direct [ of the optical propagation ]. In periodic dielectric structure, optical propagation resembles the electronic propagation in crystal. When the wavelength of light is the order of the dimension of a grid (lattice), a photonic band gap (PBG) is made. PBG is the wavelength range where a photon can take periodic dielectric structure and cannot spread it. When the wavelength of incident light is in PBG, incident light is reflected with periodic dielectric structure rather than is transmitted through the structure (reflected off). The periodic dielectric structure where the grid length is the order of the wavelength of near-infrared (near infrared) or the light is often called PBG structure. The light which has the wavelength in PBG can spread the narrow channel in PBG structure.

[0004] In order to form an optical cavity, the proposal which uses PBG structure exists. O. Science (p. 18 or less) of the paper "Two-Dimensional Photonic Band-Gap Defect Mode Laser" by Painter etc. and June 11, 1999 issue is 2D of 2-dimensional (2D) one. Formation of the laser cavity in PBG structure is shown. A laser cavity is 2D, in order to be manufactured in an III-V group crystalline semi-conductor and to form a laser cavity. The channel and defect (defect) in PBG structure are used.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the purpose of this invention is offering the improved optical device which uses a nonlinear light medium.

[0006]

[Means for Solving the Problem] One side face of this invention is related with the accumulation optical switch (integrated optical switch) containing the planar waveguide (planar waveguide) which has single dimension (1D) optical waveguide in it. 1D waveguide has the specific interaction field (specific interaction region) which forms a filter. The filter is controllable in at least a part by the control light which consists of a nonlinear light medium and is introduced from the outside. By changing control luminous intensity, optical switching is produced by changing the refractive index of a nonlinear medium so that a filter may change between the 1st condition and the 2nd condition. In the 1st condition, a filter makes the light which spreads the inside of 1D waveguide penetrate, and reflects the light which spreads the inside of 1D waveguide in the 2nd condition.

[0007] In some operation gestalten, 1D waveguide is formed from PBG structure and the channel in it. PBG structure operates a channel as 1D waveguide which the light of the wavelength range chosen in it spreads. A channel contains the resonance cavity which was formed from the nonlinear light medium and formed from the periodic array of the hole (holes) which has a defect. The refractive index of the medium in a cavity is changed, and since the control light beam to which the resonance frequency of a cavity is changed is given, switching arises.

[0008] An instantiation-switch uses the wavelength of the control light which produces a carrier consistency into the PBG structures in an III-V group semi-conductor, for example, the semi-conductor containing the

element from the group of a gallium (Ga), arsenic (As), an indium (In), and a phosphorus (P), and these semi-conductors. Existence of a carrier consistency changes the resonance frequency of the refractive index of a medium, and the optical cavity in it a lot. These instantiation-switches can switch wavelength (about 0.9 thru/or 1.65 micrometers) of light.

[0009]

[Embodiment of the Invention] each of planar structure 8 in which drawing 1 A and 1B form accumulation mold 1x1 optical switch -- a plan and a side elevation are shown. In planar structure 8, propagation light is shut up by the main layer by all the internal reflection (total internal reflection) in the outside layer 6 of a top and the bottom. Planar structure 8 contains 1D light channel 12 which consists of a nonlinear light medium, for example, the semi-conductor containing the element from the group who consists of Ga, As, In, and P, or another III-V group semi-conductor. A channel 12 and a boundary (boundaries) 13 form 1D optical waveguide which leads light to an optical output 16 from the optical input 14.

[0010] A channel 12 makes the channel light in the selected wavelength range penetrate, and contains the optical filter 18 made to reflect the channel light in other wavelength range. The wavelength selection nature of a filter 18 is controllable by the control light introduced into a filter 18 through the control access window 19. The control access window 19 is on the upper front face of planar structure 8. A channel 12 answers change of the control luminous intensity in the filter 18 as an optical switch.

[0011] 1D optical waveguide includes the boundary 13 which confines light in a longitudinal direction so that the inside of the propagation medium in a channel 12 and the medium of a channel 12 may be spread. In 1 operation gestalt, a channel 12 is formed with an III-V group semi-conductor, and the longitudinal direction boundary 13 is formed by one or more dielectric layers. A dielectric layer has a refractive index lower than the semi-conductor of a channel 12. Thereby, by all internal reflection, a longitudinal direction layer shuts up light so that it may spread along with a channel 12. In some operation gestalten, a channel 12 has the longitudinal direction width of face which changes in the distance from an input 14.

[0012] Drawing 1 C shows 1 operation gestalt of the structure 8 of drawing 1 A-1B, a channel 12 is an III-V group semi-conductor medium, and the longitudinal direction boundary 13 is the periodic array of the same dispersion object 20 arranged in the same semi-conductor medium. A boundary 13 forms the PBG structure interrupted by the channel 12, namely, there is no object 20 in a channel 12. An object 20 has a different refractive index from a semi-conductor medium. The instantiation-object 20 contains the inclusion in planar structure 8 including the cylinder hole which crosses planar structure 8.

[0013] PBG structure confines light in a longitudinal direction so that the inside of a channel 12 may be spread by coherent diffraction (diffraction) from the array of an object 20. Moreover, PBG structure restricts the optical propagation in a channel 12 to the selected wavelength range. The light in other wavelength range does not enter into a channel 12, but is reflected on the side face of planar structure 8.

[0014] In drawing 1 A-1C, a filter 18 includes the defect 26 in the array of the same object 24 which set spacing regularly, and an array. An object 24 has the refractive index of a surrounding medium, and a different refractive index, and, thereby, scatters the light which spreads the inside of a channel 12. The instantiation-object 24 contains the inclusion or hole which crosses planar structure 8. Or the instantiation-defect 26 has spacing larger than spacing between the objects 24 of everything but a filter 18 which adjoin sequentially between the objects 24 of two channels 12 which adjoin sequentially, it is a small thing. Another instantiation-defect 26 is that it is small or one object 24 is larger than other objects 24 of a filter 18.

[0015] A defect 26 divides the array of an object 24 into two smaller arrays 22 and 23 which adjoin sequentially in a channel 12. The instantiation-separation between an array 22 and 23 is twice from the abbreviation 1/4 of the wavelength of the light which spreads the inside of a channel 12. A defect 26 and the smaller arrays 22 and 23 both function like the resonance light cavity for the optical propagation in a channel 12. The smaller arrays 22 and 23 are the distribution pattern reflectors for a resonance cavity (distributed reflectors). A resonance cavity permits what the wavelength of the light of the narrow range transmits, and, thereby, functions as a band pass filter 18.

[0016] Drawing 1 D shows how the spectral reflectance (or permeability) of the filter 18 shown in drawing 1 A-1C is dependent on the control light reinforcement introduced into a filter 18. Since the refractive index is formed into the nonlinear light medium depending on the optical reinforcement in it, a filter 18 depends for a reflection factor on control light reinforcement.

[0017] In drawing 1 D, the control light reinforcement A and B generates the main wavelength  $\lambda$  and  $\lambda'$  to the pass band of a filter 18, respectively. The control light of reinforcement A is changed into the condition of making the wavelength which spreads the inside of a channel 12 for a filter 18 penetrating. The

control light of reinforcement B shifts center of filter wavelength so that the light of the original wavelength  $\lambda$  may come out of the pass band of a filter. Thereby, the control light of reinforcement B is changed into the condition of reflecting the light which spreads the inside of a channel 12 for a filter 18.

[0018] The size of the shift to the main wavelength of a filter 18, i.e.,  $|\lambda - \lambda'|$ , is dependent on the change on the strength to the wavelength of a nonlinear light medium and control light, and control light. To a semi-conductor medium, the wavelength corresponding to the energy exceeding a band gap produces an electron and an electron hole carrier consistency, and produces a comparatively big shift on the refractive index and the main wavelength of a filter which were constituted in such a medium by this.

[0019] In spite of it, also to an optical responsibility III-V group semi-conductor, a loose change of control luminous intensity produces about 1% of shift to a refractive index, and produces an equivalent shift to the center of filter wavelength constituted in such a medium. When the pass band with which, as for the reflection factor, the filter 18 was shifted to 1% of shift of a refractive index, and the pass band which is not shifted do not overlap sharply, about 100 or more Q is needed. Here, Q is the inverse number of the half-value width of a reflection factor curve.

[0020] Since 1% of refractive-index shift is produced in the semi-conductor medium which consists of Ga, As, In, and P, control light is chosen so that it may have wavelength with the energy near the wavelength of the electronic band gap of the semi-conductor by Ga, As, In, and P. For example, the energy is equal to the energy + abbreviation 0.1 of an electronic band gap, and 0.5 electron volts (eV). Selection of this wavelength enables almost all absorption of control light [ in / in the thin channel 12, i.e., that thickness, / the interior of a channel (about 0.3 thru/or 1.5 microns) ]. Such a channel conforms to the use in the structure 8 which switches the wavelength of about 1.55 microns, i.e., the wavelength corresponding to energy slightly lower than an electronic band gap.

[0021] Change of the refractive index produced by control light will switch a filter 18 to the filter 18 of drawing 1 A-1C for generating an optical switch between the reflective condition of the optical propagation in a channel 12, and a transparency condition. Such a change of state to a filter 18 usually needs to have Q with an expensive filter 18 to about 1% of available main wavelength shift. A filter 18 may have high Q, when both arrays 22 and 23 have 3-5 or the object 24 beyond it which set spacing serially along with the channel 12, and when it is about 1 of center of filter wavelength/4 thru/or twice the spacing between an array 22 and the object which adjoins the serial in 23 of this.

[0022] Drawing 1 E is a flow chart which shows the approach 30 of the accumulation optical switch of drawing 1 A-1C of operation. The request for blocking the light transmission which passes along the channel 12 of a switch at the time of the beginning is received by the switch controller (step 32). This request is answered, a controller adjusts the control light reinforcement in a filter 18, and a filter 18 is made to reflect the light which spreads the inside of a channel 12 (step 34). Control light is introduced into a filter 18 through the transparent control access window 19 of planar structure 8.

[0023] Control light reinforcement is answered, and the spectral response of a filter shifts so that a filter 18 may be in the reflective condition mentioned above. While maintaining the same control light reinforcement, an input lightwave signal is received in the optical input 14 of a channel 12 (step 36). Control light is answered, and a filter 18 reflects an input lightwave signal toward an input 14, and is returned (step 38). The new request for making the optical transfer which passes along a channel 12 at the next time penetrate is received by the controller (step 40).

[0024] Answering a new request, a controller re-adjusts control light reinforcement to the new value which makes a filter 18 penetrate the light which spreads the inside of a channel 12 (step 42). While maintaining control luminous intensity, an input lightwave signal is received in the optical input 14 of a channel 12 (step 44). Answering new control light reinforcement, a channel 12 makes an input lightwave signal transmit to the output 16 of a channel 12 through a filter 18 (step 46).

[0025] The filter 18 and channel 12 of drawing 1 A-1C controllable in light may be used in order to form a more complicated optical switch.

[0026] Drawing 2 shows the 1x2 optical switch 50 containing the single input light channel 52 and the output light channels 54 and 56 of a pair. The instantiation-channels 52, 54, and 56 are 2D which is not illustrated. It is in PBG structure. 2D PBG structure is arranged in itself in the planar structure 58 similar to the structure 8 of drawing 1 A-1C. PBG structure contains 2D periodic array of the same object in which the refractive index differs from the refractive index of the nonlinear light medium of planar structure. For example, two or more objects may be two or more holes which let planar structure 58 pass.

[0027] Channels 52, 54, and 56 interrupt 2D array of PBG structure. PBG structure diffracts the light received in an input 51 coherent, and, thereby, makes the range of the wavelength of input light spread along

with channels 52, 54, and 56. Amplitude splitting of the light is carried out so that an input channel 52 may be spread and it may spread along with output channels 54 and 56 after that. Planar structure 58 restricts optical propagation in the direction perpendicular to the field of structure by all internal reflection.

[0028] 1x2 switches contain the arrays 64 and 66 of an object all over the field of the specification of both output channels 54 and 56. Arrays 64 and 66 function as a resonance light cavity similar to the array 24 of the object shown in drawing 1 A-1C. Arrays 64 and 66 function as an optical filter which has the permeability controllable in light over the optical propagation relevant to channels 54 and 56. Arrays 64 and 66 are independently controlled by reinforcement of the control light beam introduced into arrays 64 and 66 by the transparent control access windows 67 and 68 in the upper front face of planar structure 58. The reinforcement of a control light beam switches arrays 64 and 66 between a transparency condition and a reflective condition, and switches input light to output channels 54 and 56 alternatively.

[0029] especially -- the band gap of a medium -- small -- being long (1.2 [ as opposed to / For example, / the crystal semi-conductor of the shoes formed by Ga, As, In, and P ] -1.3 micrometer) -- introducing into a window 67 the selected control light reinforcement which can be set changes the refractive index in an array 64. It stops that a new refractive index makes channels 52 and 56 reflect the light received from the input channel 52 in the array 64, and light spreads it to a channel 54. Some operation gestalten arrange one or more light-scattering objects 59, for example, a hole, near the crossing between channels 54 and 56, and increase the percentage of the reflected light ended in an output channel 56.

[0030] Control light is introduced into a window 68 and can make an array 66 reflexivity to the light received from an input channel 52. And light is reflected by channels 52 and 54 by the array 66 rather than spreads the inside of a channel 56.

[0031] Drawing 3 is a plan of planar structure 70 which functions as a 1xN optical switch. Structure 70 contains one input light channel 72 and the 741 to 74 N output light channel of N individual. Each 741 to 74 N output light channel contains the 761 to 76 N filter which is controllable and is similar to the filter 18 of drawing 1 A-1C with an independent control light beam. The reinforcement of each control light beam determines whether to be permeability or reflexivity to the light in channel 741-74N to which a 761 to 76 N related filter relates, and this controls routing of the lightwave signal from the input channel 72 which passes along a switch.

[0032] An instantiation-switch is flush type 2D. It is the planar structure 70 equipped with PBG structure. There is no light-scattering object of the PBG structure which crosses planar waveguide, for example, a hole, in a 741 to 74 N channel.

[0033] Each 761 to 76 N filter may be formed from the array of the object similar to the array used in the filter 18 of drawing 1 A-1C. Therefore, existence of a control light beam and/or un-existing relevant to each 761 to 76 N filter will control propagation of the input light which passes along a 741 to 74 N output channel. For example, when all control light beams are "OFF", the 741 to 74 N filter of each channel will essentially show the same propagation property, and will spread input light to each 741 to 74 N output channel.

[0034] In alternative, when N-1 control light beam is made active, N-1 741 to 74 N output channel related with this control light beam becomes reflexivity to input light. And these 741 to 74 N channels reflect and return input light along with the input light channel 72 and the remaining output light channels. Thereby, only one output channel permits that an input lightwave signal spreads through it to this configuration.

[0035] In other operation gestalten of structure 70, the additional optical filter which is not illustrated is arranged along the location on 74Ns of - with an output channels [ other ] of 741 to 74 N output channels during the crossing of 1. An additional filter is the same as the filter 18 of drawing 1 A-1C, and in order to offer the further routing control, it operates by the separate control light beam.

[0036] In the switch mentioned above, switching speed is the sum of the turn-on time and the turn-off time. It depends for the switching time on both the property of a bulk medium, for example, the property of an III-V group semi-conductor, the controllable optical filters 18 and 64, the array 24 of the object used for 66, 761 to 76 N, and the form of a defect 26. Especially the electron guided by the control light beam and the carrier consistency of a success determine the controllable optical filters 18 and 64 and the refractive index in 66, 761 to 76 N.

[0037] Thereby, the turn-on time is restricted by only the time amount needed in order to generate the control light pulse which produces the carrier consistency needed. The turn-off time is restricted in another side by the time amount needed since the same electron and a success carrier are recombined. It depends for a carrier recombination rate on both the peculiar property of a bulk medium, and surface treatment. The surface contribution (surface contributions) to a recombination rate is dependent on both surface



characteristics over the front face of surface area and the controllable filters 18 and 64, and the object 24 that forms 66,761 to 76 N.

[0038] If the number of filters 18 and 64 and the objects 24 in 66,761-76N becomes large, the actual surface contribution to recombination will become large, and the turn-off time will become short. If the turn-off time is shortened in spite of it, in order to maintain a switch in the same condition, the-like-proportionally increase of the power which must be supplied by the optical control beam will be produced. By this, switching speed will be restricted by the available power budget (power budget) in order to maintain a switch in a specific configuration.

[0039] Drawing 1 A-1C and various operation gestalten of the optical switch shown in 2 and 3 contain an accumulation optical amplifier. This amplifier offers the gain which offsets the signal attenuation caused by the signal propagation which passes along the semi-conductor medium which poured in the charge carrier. An instantiation-amplifier includes the power source connected to the electric contacts straddled and arranged in the semi-conductor medium of an output channel, and these contacts. A power source carries out the pump of the carrier consistency in an output channel, and the carrier consistency by which the pump was carried out amplifies an output signal by induced emission (stimulated emission). Use of such amplifier for offsetting attenuation is known by this contractor.

[0040]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the improved optical device which uses a nonlinear light medium can be offered.

[0041] When the number indicated in a parenthesis is after the requirements for invention of a claim, correspondence relation of one example of this invention should not be shown, and it should not be interpreted as what limits the range of this invention.

---

[Translation done.]

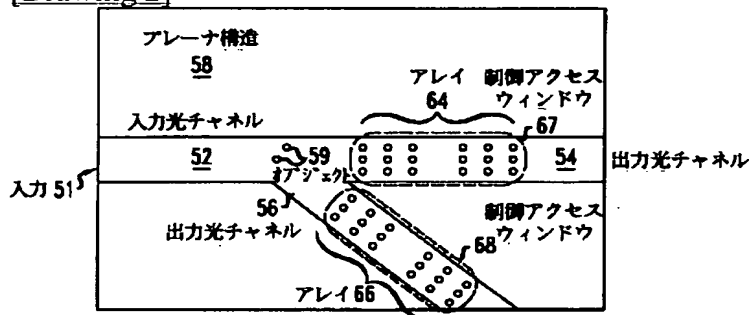
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

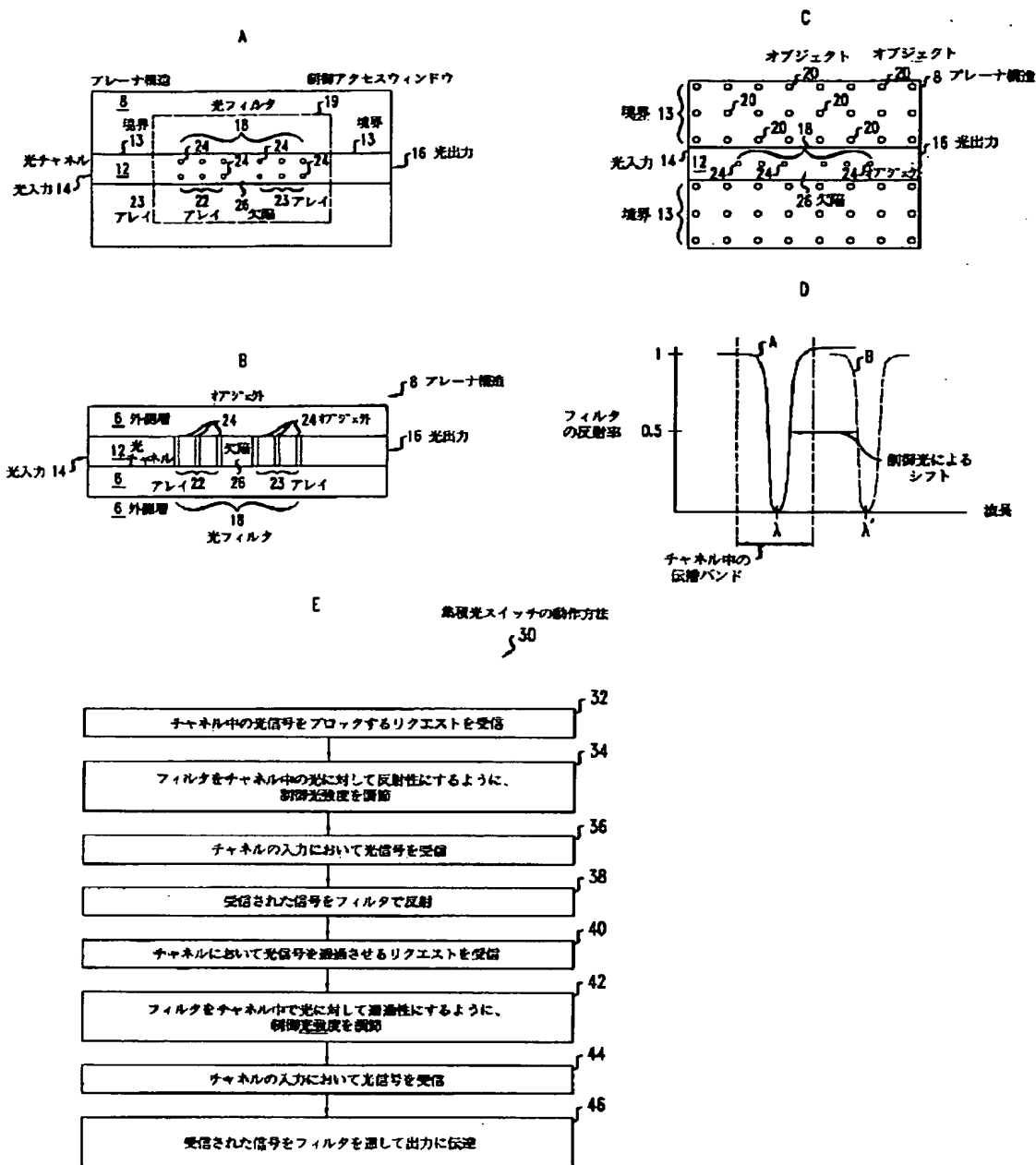
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

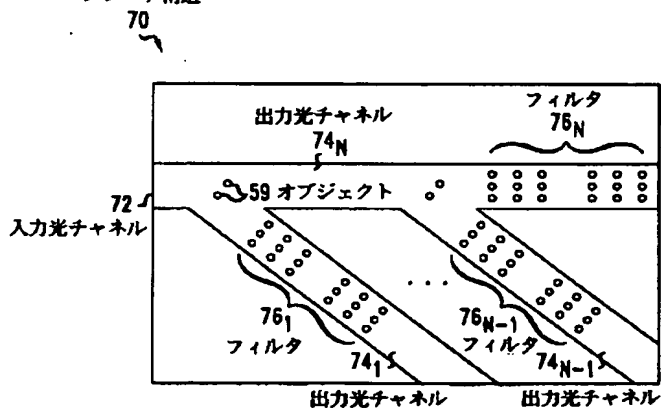
[Drawing 2]



[Drawing 1]



[Drawing 3]  
プレーナ構造



[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CORRECTION OR AMENDMENT**


---

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law  
 [Section partition] The 2nd partition of the 6th section  
 [Publication date] June 23, Heisei 17 (2005. 6.23)

[Publication No.] JP,2002-268105,A (P2002-268105A)  
 [Date of Publication] September 18, Heisei 14 (2002. 9.18)  
 [Application number] Application for patent 2001-400438 (P2001-400438)  
 [The 7th edition of International Patent Classification]

G02F 1/365  
 G02B 6/12  
 G02B 6/293  
 G02F 1/01

[FI]

G02F 1/365  
 G02F 1/01 C  
 G02B 6/28 C  
 G02B 6/12 H

[Procedure revision]  
 [Filing Date] October 5, Heisei 16 (2004. 10.5)

[Procedure amendment 1]  
 [Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] Claim  
 [Method of Amendment] Modification

[The contents of amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is an accumulation light switching device,

The planar substrate which has a nonlinear light medium and an upper front face,

1-dimensional input waveguide arranged in this substrate,

the 1st 1-dimensional output waveguide arranged in this substrate -- it is -- the 1st main channel and light --  
 this -- the 1st 1-dimensional output waveguide which has the boundary constituted so that the 1st main  
 channel might be made to spread,

this -- the 1st resonance light cavity arranged in the 1st channel -- it is -- this upper front face -- minding --

this -- the 1st resonance light cavity which has the optical spectral transmittance which answers the control  
 luminous intensity transmitted to the 1st resonance light cavity,

the 2nd 1-dimensional output waveguide arranged in this substrate -- it is -- the 2nd main channel and light -  
 - this -- the 2nd 1-dimensional output waveguide which has the boundary constituted so that the 2nd main  
 channel might be made to spread -- and

this -- the 2nd resonance light cavity arranged in the 2nd channel -- it is -- the front face of this substrate --  
 minding -- this -- the 2nd resonance light cavity which has the spectrum permeability which answers the  
 control luminous intensity transmitted to the 2nd resonance light cavity -- since

The device with which the input edge of both \*\*\*\*\* waveguide carries out opening to the outgoing end of

this input waveguide, and this resonance light cavity controls optical termination association between this input edge of this output waveguide, and this outgoing end of this input waveguide.

[Claim 2]

a device according to claim 1 -- it is -- this -- the device characterized by the 1st resonance light cavity consisting of an array of an object.

[Claim 3]

The device characterized by being a device according to claim 2 and this object being a hole.

[Claim 4]

a device according to claim 2 -- it is -- this object -- this -- the device characterized by the refractive index of the nonlinear medium of the 1st output waveguide being inclusion of the 2nd medium which has a different refractive index.

[Claim 5]

a device according to claim 1 -- it is -- this nonlinear medium -- the -- the device characterized by consisting of an III-V group semi-conductor.

[Claim 6]

a device according to claim 1 -- it is -- this -- the device characterized by having the transmission from which the 1st and 2nd resonance light cavities differ according to control luminous intensity.

[Claim 7]

It is the approach of optical switching,

the control light of predetermined reinforcement -- the field of the 1st 1-dimensional output waveguide in planar waveguide -- introducing -- this -- the step which is a step to which the permeability of the channel of the 1st 1-dimensional output waveguide is changed, and has the spectral transmittance to which this field answers optical reinforcement,

the control light of predetermined reinforcement -- the field of the 2nd 1-dimensional output waveguide in planar waveguide -- introducing -- this -- the step which is a step to which the permeability of the channel of the 2nd 1-dimensional output waveguide is changed, and has the spectral transmittance to which this field answers optical reinforcement -- and

the step which transmits input light to 1-dimensional input waveguide in this planar waveguide -- it is -- the channel of this 1-dimensional input waveguide -- this -- the step which has the 1st termination wide opened to the termination of the 1st and 2nd 1-dimensional output waveguides -- since -- the approach of becoming.

[Claim 8]

an approach according to claim 7 -- it is -- this -- the optical window from which the step which the 1st and the 2nd introduce differs in the side front face of this planar waveguide -- minding -- light -- respectively -- this -- the approach characterized by sending to the 1st and 2nd 1-dimensional output waveguides.

[Claim 9]

It is the approach characterized by having wavelength short [ are an approach according to claim 7, and ] enough although one of said steps to introduce increases the charge carrier consistency in the waveguide to which delivery and said light sent receive said light sent for light to said waveguide.

[Claim 10]

The approach which is an approach according to claim 7 and is characterized by this field forming a resonance light cavity in the preselected frequency band.

---

[Translation done.]